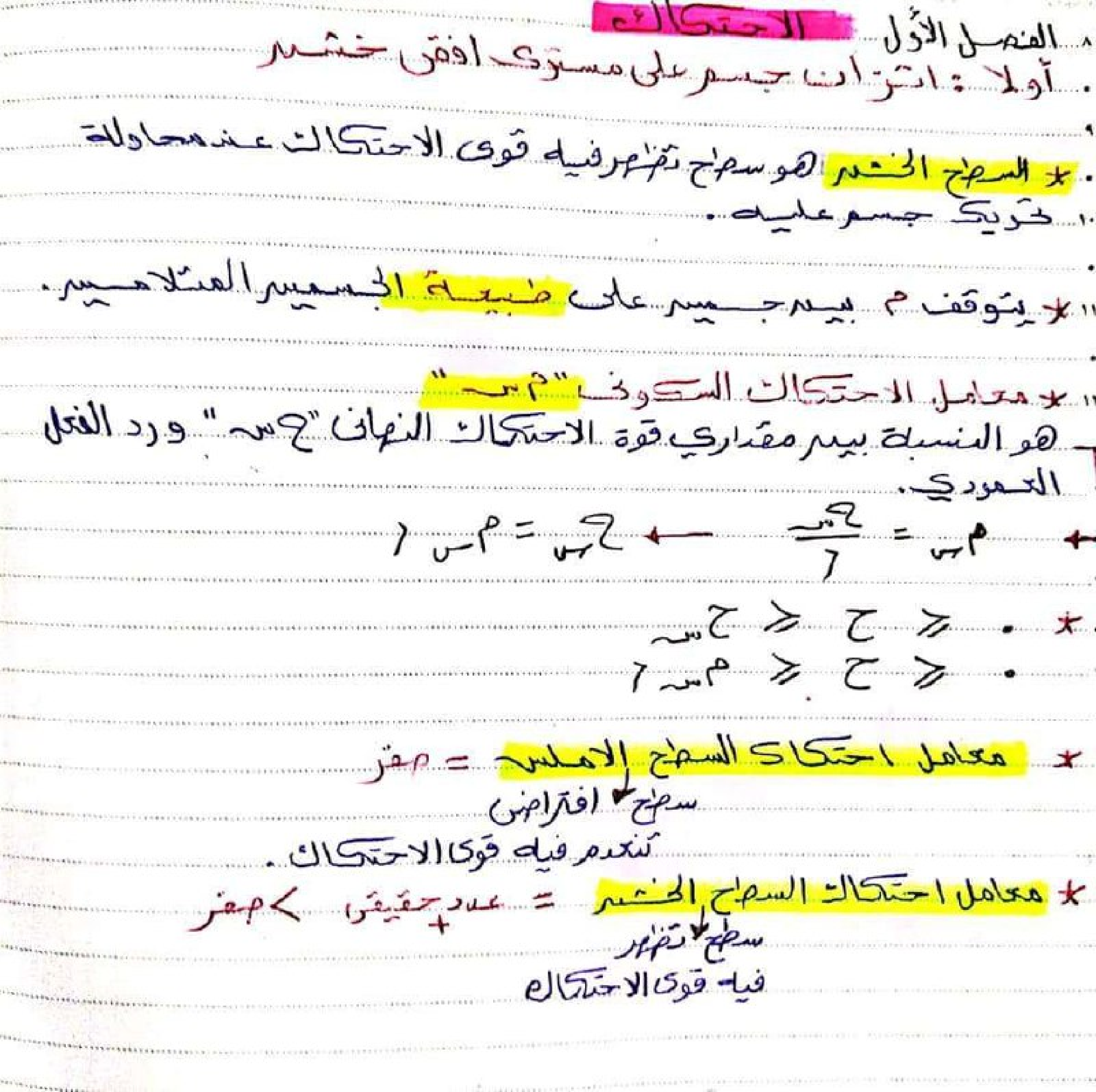


الاحتكاك

الفصل الأول

أولاً: اتزان جسم على مستوى أفقي خشن

* **السطح الخشن** هو سطح تظهر فيه قوى الاحتكاك عند محاولة تحريك جسم عليه.

* يتوقف م بين جسمين على **طبيعة الجسمين** المتلامسين.

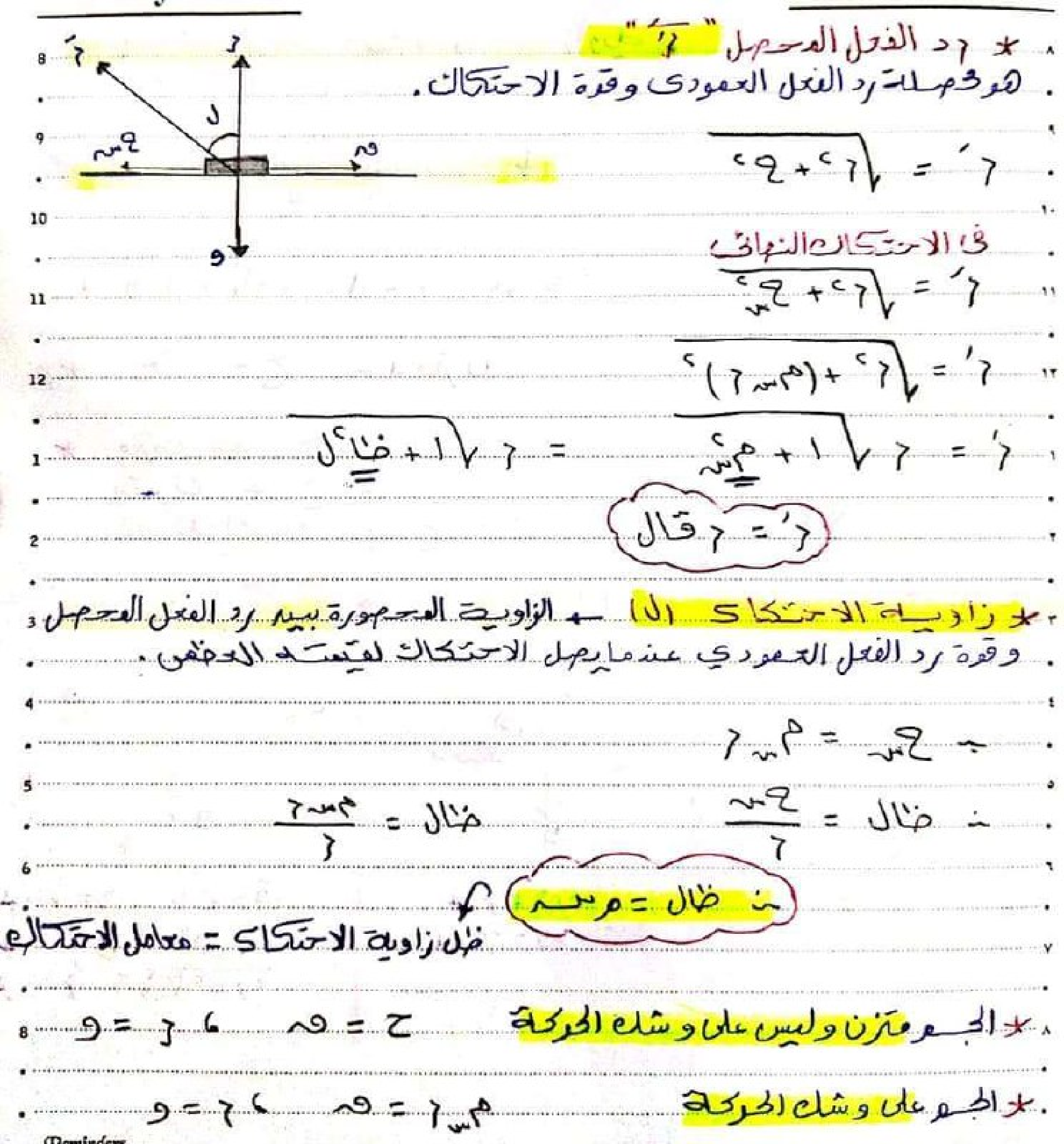
* **معامل الاحتكاك السكوني "م س"**
هو النسبة بين مقداري قوة الاحتكاك النهائي "ح س" ورد الفعل العمودي.

$$\text{م}_{\text{س}} = \frac{\text{ح}_{\text{س}}}{\text{ر}} \longrightarrow \text{ح}_{\text{س}} = \text{م}_{\text{س}}\,\text{ر}$$

* $0 \le \text{ح} \le \text{ح}_{\text{س}}$
 $0 \le \text{ح} \le \text{م}_{\text{س}}\,\text{ر}$

* **معامل احتكاك السطح الأملس** = صفر
 (سطح افتراضي تنعدم فيه قوى الاحتكاك.)

* **معامل احتكاك السطح الخشن** = عدد حقيقي موجب > صفر
 (سطح تظهر فيه قوى الاحتكاك)



★ رد الفعل المحصل "ر'"

هو محصلة رد الفعل العمودي وقوة الاحتكاك.

$$ر' = \sqrt{ر^2 + ح^2}$$

في الاحتكاك النهائي

$$ر' = \sqrt{ر^2 + ح_{س}^2}$$

$$ر' = \sqrt{ر^2 + (م_{س}\, ر)^2}$$

$$ر' = ر\sqrt{1 + م_{س}^2} \quad = \quad ر\sqrt{1 + ظا^2 ل}$$

$$ر' = ر\, قا\, ل$$

★ زاوية الاحتكاك (ل) ← الزاوية المحصورة بين رد الفعل المحصل وقوة رد الفعل العمودي عندما يصل الاحتكاك لقيمته العظمى.

$\because$ $ح_{س} = م_{س}\, ر$

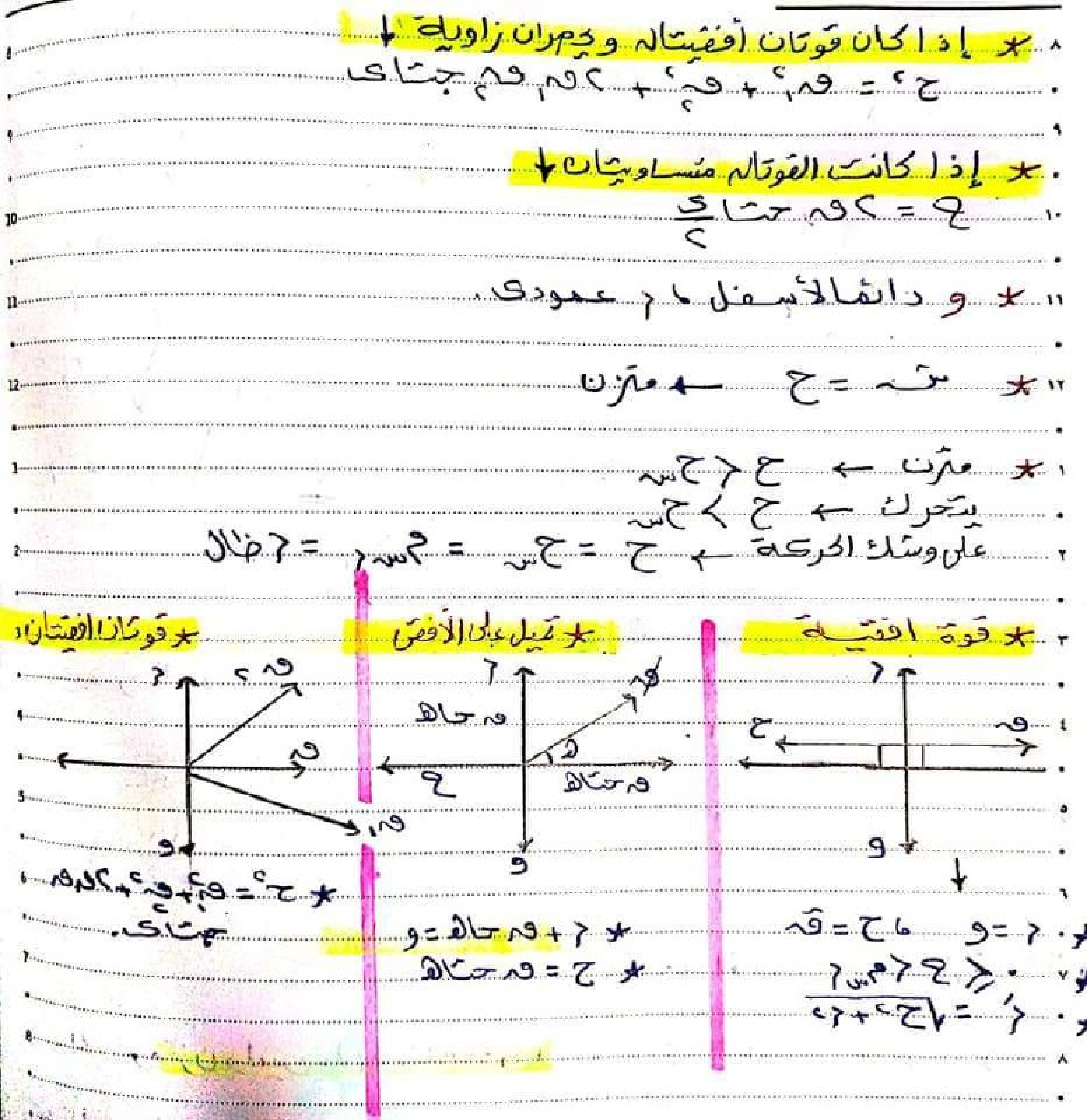
$\therefore$ $ظا\, ل = \frac{ح_{س}}{ر}$ ، $ظا\, ل = \frac{م_{س}\, ر}{ر}$

$\therefore$ $ظا\, ل = م_{س}$

ظل زاوية الاحتكاك = معامل الاحتكاك

★ الجسم متزن وليس على وشك الحركة: $ح = ق$ ، $ر = و$

★ الجسم على وشك الحركة: $م_{س}\, ر = ق$ ، $ر = و$



★ إذا كان قوتان أفقيتان ويحصران زاوية ↓

ح² = ق₁² + ق₂² + ٢ق₁ ق₂ جتا ى

★ إذا كانت القوتان متساويتان ↓

ح = ٢ق جتا ى/٢

★ و دائماً لأسفل ، ر عمودي.

★ ش = ح ← متزن

★ متزن ← ح < حس

يتحرك ← ح > حس

على وشك الحركة ← ح = حس = مس ر = ر ظا ل

★ قوة أفقية | ★ تميل على الأفقي | ★ قوتان أفقيتان

★ ر = و ، ح = ق

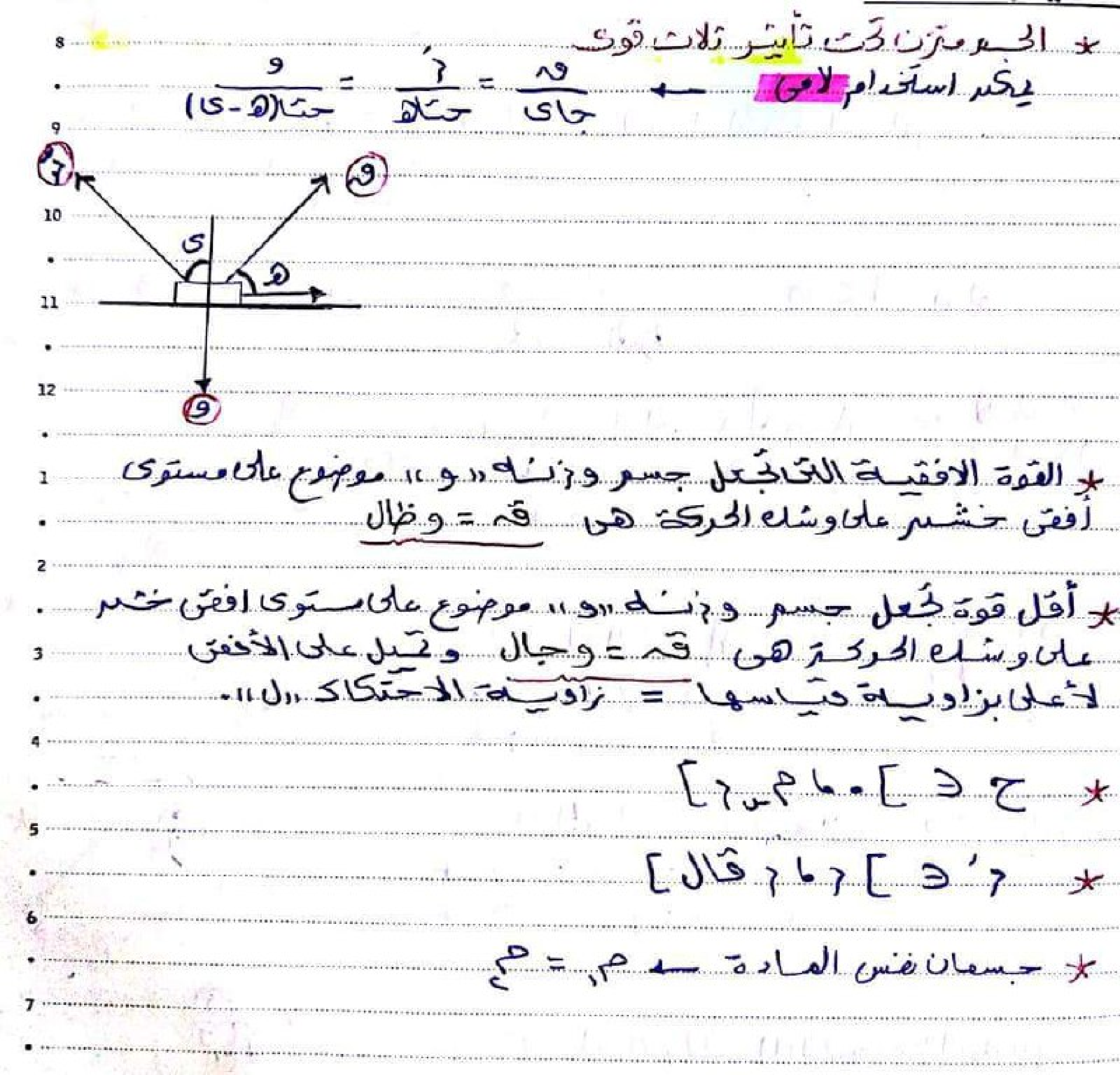
★ ح ≥ مس ر

★ ر' = √(ح² + ر²)

★ ر + ق جاهـ = و

★ ح = ق جتاهـ

★ ح² = ق₁² + ق₂² + ٢ق₁ق₂ جتا ى.



★ الجسم متزن تحت تأثير ثلاث قوى

يمكن استخدام لامي ← $\frac{ق}{جا ى} = \frac{ر}{جتا هـ} = \frac{و}{جتا(هـ - ى)}$

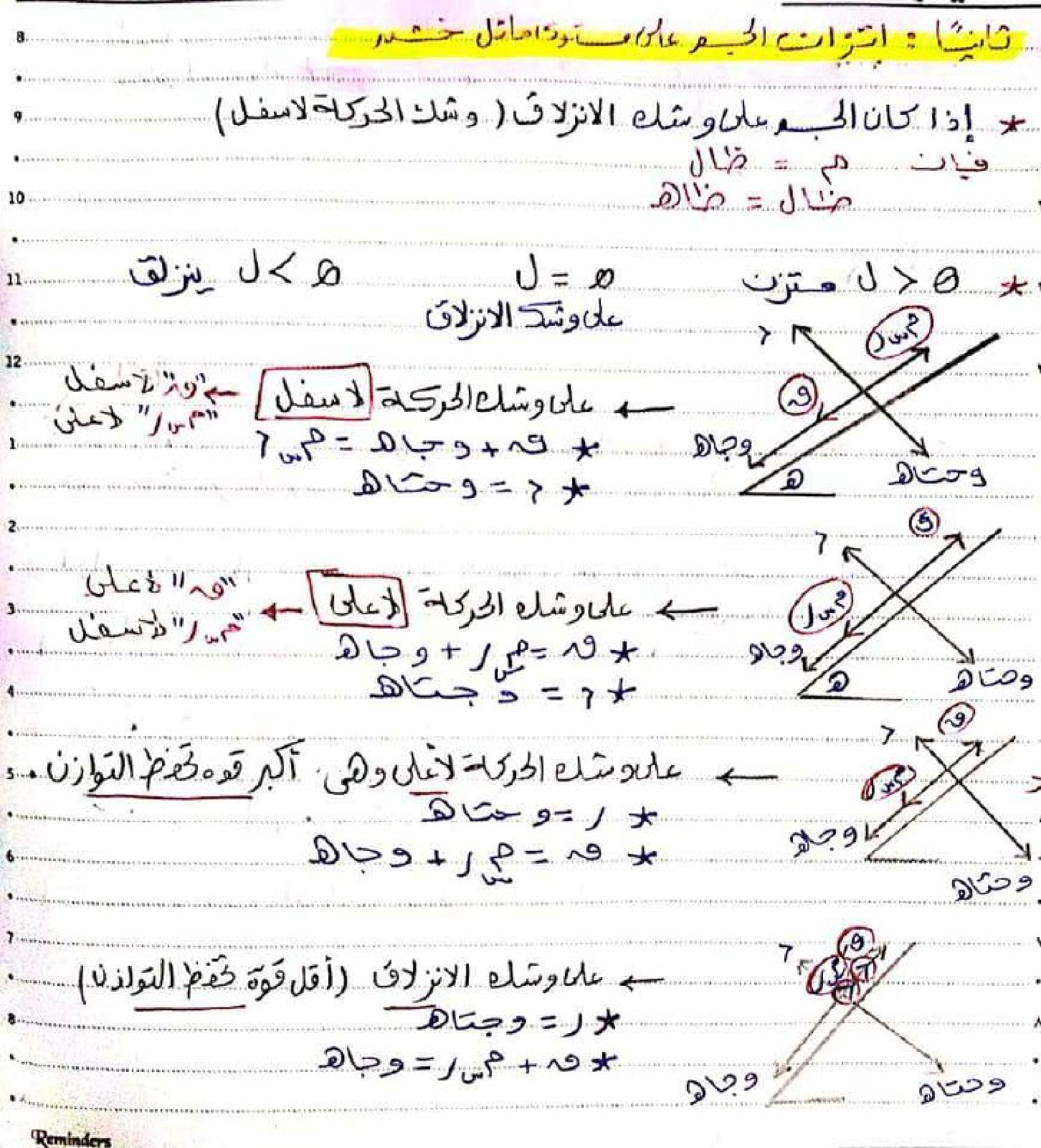
★ القوة الافقية التي تجعل جسم وزنه "و" موضوع على مستوى أفقي خشن على وشك الحركة هي ق = و ظا ل

★ أقل قوة تجعل جسم وزنه "و" موضوع على مستوى افقي خشن على وشك الحركة هي ق = و جا ل وتميل على الأفقي لأعلى بزاوية قياسها = زاوية الاحتكاك "ل".

★ ح ∈ [٠ ، م س ر]

★ رَ ∈ [ر ، ر قا ل]

★ جسمان نفس المادة ← $م_1 = م_2$



ثانيًا: اتزان الجسم على مستوى مائل خشن

★ إذا كان الجسم على وشك الانزلاق (وشك الحركة لأسفل)

فإن م = ظال

ظال = ظاهـ

★ هـ < ل متزن   هـ = ل على وشك الانزلاق   هـ > ل ينزلق

← على وشك الحركة لأسفل ← "ق" لأسفل "مس ر" لأعلى

★ ق + و جاهـ = مس ر

★ ر = و جتاهـ

← على وشك الحركة لأعلى ← "ق" لأعلى "مس ر" لأسفل

★ ق = مس ر + و جاهـ

★ ر = و جتاهـ

← على وشك الحركة لأعلى وهي أكبر قوة تحفظ التوازن

★ ر = و جتاهـ

★ ق = مس ر + و جاهـ

← على وشك الانزلاق (أقل قوة تحفظ التوازن)

★ ر = وجتاهـ

★ ق + مس ر = وجاهـ

Reminders